C++核心编程

本阶段主要针对C++==面向对象==编程技术做详细讲解，探讨C++中的核心和精髓。

1 内存分区模型

C++程序在执行时，将内存大方向划分为**4个区域**

- 代码区：存放函数体的二进制代码，由操作系统进行管理的
- 全局区：存放全局变量和静态变量以及常量
- 栈区：由编译器自动分配释放, 存放函数的参数值,局部变量等

- 堆区：由程序员分配和释放,若程序员不释放,程序结束时由操作系统回收

内存四区意义：

不同区域存放的数据，赋予不同的生命周期, 给我们更大的灵活编程

1.1 程序运行前

- 在程序编译后，生成了exe可执行程序，**未执行该程序前**分为两个区域

代码区：

存放 CPU 执行的机器指令

代码区是**共享**的，共享的目的是对于频繁被执行的程序，只需要在内存中有一份代码即可

代码区是**只读**的，使其只读的原因是防止程序意外地修改了它的指令

全局区：

全局变量和静态变量存放在此.

全局区还包含了常量区, 字符串常量和其他常量也存放在此.

==该区域的数据在程序结束后由操作系统释放==.

示例：

```c++ //全局变量 int g*a = 10; int g*b = 10;

//全局常量 const int cga = 10; const int cgb = 10;

int main() { //局部变量 int a = 10; int b = 10; //打印地址 cout << "局部变量a地址为： " << (int)&a << endl; cout << "局部变量b地址为： " << (int)&b << endl;

```
cout << "全局变量g_a地址为： " << (int)&g_a << endl;
cout << "全局变量g_b地址为： " << (int)&g_b << endl;

//静态变量
static int s_a = 10;
static int s_b = 10;

cout << "静态变量s_a地址为： " << (int)&s_a << endl;
cout << "静态变量s_b地址为： " << (int)&s_b << endl;

cout << "字符串常量地址为： " << (int)&"hello world" << endl;
cout << "字符串常量地址为： " << (int)&"hello world1" << endl;
```
```

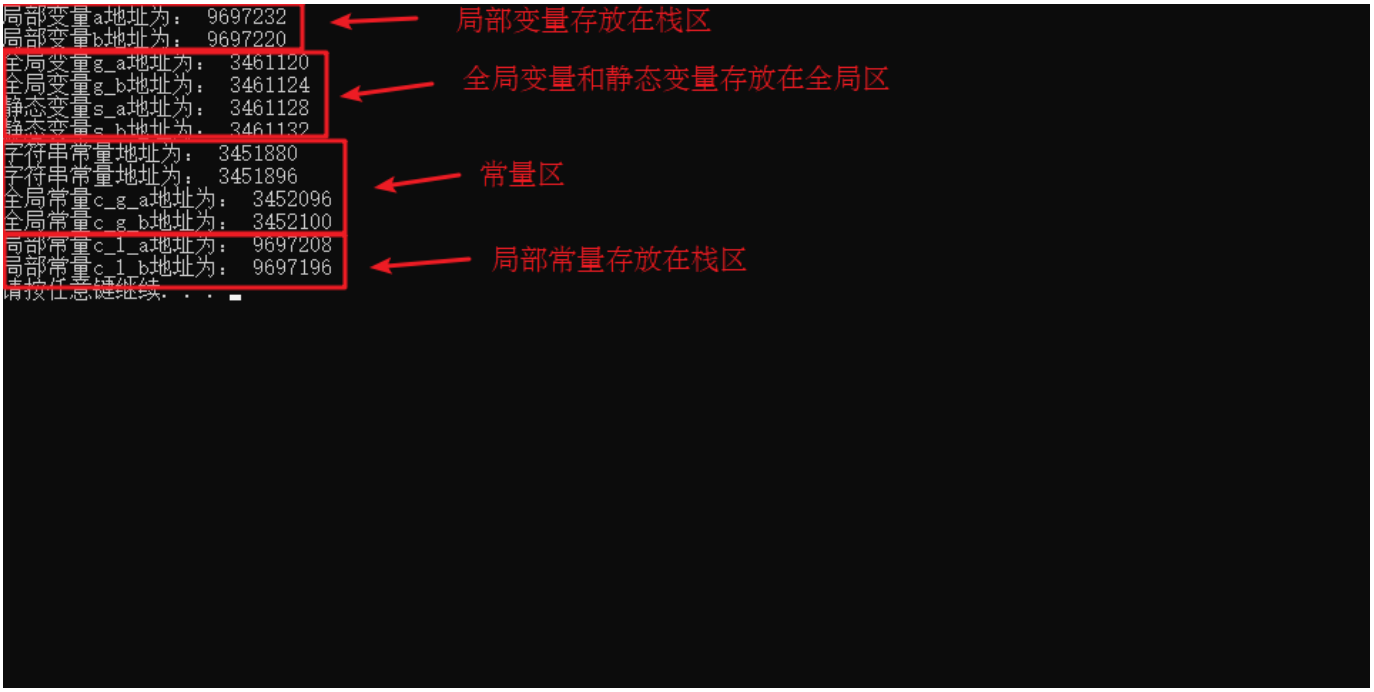
```
cout << "全局常量c_g_a地址为：  " << (int)&c_g_a << endl;
cout << "全局常量c_g_b地址为：  " << (int)&c_g_b << endl;

const int c_l_a = 10;
const int c_l_b = 10;
cout << "局部常量c_l_a地址为：  " << (int)&c_l_a << endl;
cout << "局部常量c_l_b地址为：  " << (int)&c_l_b << endl;

system("pause");
return 0;
```

}```

打印结果：



总结：

- C++中在程序运行前分为全局区和代码区
- 代码区特点是共享和只读
- 全局区中存放全局变量、静态变量、常量
- 常量区中存放 const修饰的全局常量 和 字符串常量

1.2 程序运行后

栈区：

由编译器自动分配释放, 存放函数的参数值,局部变量等

注意事项：不要返回局部变量的地址，栈区开辟的数据由编译器自动释放

示例：

```c++ int * func() { int a = 10; return &a; } int main() {

```
int *p = func();

cout << *p << endl;
cout << *p << endl;
```
```

```
system("pause");
return 0;
```

} ```

堆区：

由程序员分配释放,若程序员不释放,程序结束时由操作系统回收

在C++中主要利用new在堆区开辟内存

示例：

```c++ int* func() { int* a = new int(10); return a; }

int main() { int *p = func(); cout << *p << endl; cout << *p << endl; system("pause"); return 0; } ```

**总结：**

堆区数据由程序员管理开辟和释放

堆区数据利用new关键字进行开辟内存

### 1.3 new操作符

C++中利用==new==操作符在堆区开辟数据

堆区开辟的数据，由程序员手动开辟，手动释放，释放利用操作符 ==delete==

语法：`new 数据类型`

利用new创建的数据，会返回该数据对应的类型的指针

**示例1： 基本语法**

```c++ int* func() { int* a = new int(10); return a; } int main() { int *p = func(); cout << *p << endl; cout << *p << endl; /
```

示例2：开辟数组

```c++ //堆区开辟数组 int main() { int* arr = new int[10]; for (int i = 0; i < 10; i++) { arr[i] = i + 100; } for (int i = 0; i
```

2 引用

2.1 引用的基本使用

**作用： **给变量起别名

语法： `数据类型 &别名 = 原名`

示例：

```C++ int main() { int a = 10; int &b = a; cout << "a = " << a << endl; cout << "b = " << b << endl; b = 100; cout << "a = "
```

2.2 引用注意事项

- 引用必须初始化
- 引用在初始化后，不可以改变

示例：

```C++ int main() { int a = 10; int b = 20; //int &c; //错误，引用必须初始化 int &c = a; //一旦初始化后，就不可以更改 c = b; //这
```
```

2.3 引用做函数参数

作用：函数传参时，可以利用引用的技术让形参修饰实参

优点：可以简化指针修改实参

示例：

```C++ //1. 值传递 void mySwap01(int a, int b) { int temp = a; a = b; b = temp; }

//2. 地址传递 void mySwap02(int* a, int* b) { int temp = *a; *a = *b; *b = temp; }

//3. 引用传递 void mySwap03(int& a, int& b) { int temp = a; a = b; b = temp; }

int main() { int a = 10; int b = 20; mySwap01(a, b); cout << "a:" << a << " b:" << b << endl; mySwap02(&a, &b); cout << "a:" << a << " b:" << b << endl; mySwap03(a, b); cout << "a:" << a << " b:" << b << endl; system("pause"); return 0; } ```

> 总结：通过引用参数产生的效果同按地址传递是一样的。引用的语法更清楚简单

## 2.4 引用做函数返回值

作用：引用是可以作为函数的返回值存在的

注意：**不要返回局部变量引用**

用法：函数调用作为左值

**示例：**

```C++ //返回局部变量引用 int& test01() { int a = 10; //局部变量 return a; } //返回静态变量引用 int& test02() { static int a = 20; return a; } int main() { //不能返回局部变量的引用 int& ref = test01(); cout << "ref = " << ref << endl; cout << "ref = " << ref << endl;

```
//如果函数做左值，那么必须返回引用
int& ref2 = test02();
cout << "ref2 = " << ref2 << endl;
cout << "ref2 = " << ref2 << endl;

test02() = 1000;

cout << "ref2 = " << ref2 << endl;
cout << "ref2 = " << ref2 << endl;

system("pause");
return 0;
```

} ```

2.5 引用的本质

本质：**引用的本质在c++内部实现是一个指针常量.**

讲解示例：

```C++ //发现是引用，转换为 int* const ref = &a; void func(int& ref){ ref = 100; // ref是引用，转换为*ref = 100 } int main(){ int a = 10; //自动转换为 int* const ref = &a; 指针常量是指针指向不可改，也说明为什么引用不可更改 int& ref = a; ref = 20; //内部发现ref是引用，自动帮我们转换为: *ref = 20;

```
cout << "a:" << a << endl;
cout << "ref:" << ref << endl;
```
```

```
func(a);
return 0;
```

}```

结论：C++推荐用引用技术，因为语法方便，引用本质是指针常量，但是所有的指针操作编译器都帮我们做了

2.6 常量引用

作用：常量引用主要用来修饰形参，防止误操作

在函数形参列表中，可以加==const修饰形参==，防止形参改变实参

示例：

```C++ //引用使用的场景，通常用来修饰形参 void showValue(const int& v) { //v += 10; cout << v << endl; }

int main() {

```
//int& ref = 10; 引用本身需要一个合法的内存空间，因此这行错误
//加入const就可以了，编译器优化代码，int temp = 10; const int& ref = temp;
const int& ref = 10;

//ref = 100; //加入const后不可以修改变量
cout << ref << endl;

//函数中利用常量引用防止误操作修改实参
int a = 10;
showValue(a);
system("pause");
return 0;
```

}```

# 3 函数提高

### 3.1 函数默认参数

在C++中，函数的形参列表中的形参是可以有默认值的。

语法：`返回值类型 函数名 （参数= 默认值）{}`

**示例：**

```
C++ int func(int a, int b = 10, int c = 10) { return a + b + c; } //1. 如果某个位置参数有默认值，那么从这个位置往后，从左向右，
```

3.2 函数占位参数

C++中函数的形参列表里可以有占位参数，用来做占位，调用函数时必须填补该位置

语法： `返回值类型 函数名 (数据类型){}`

在现阶段函数的占位参数存在意义不大，但是后面的课程中会用到该技术

示例：

```
C++ //函数占位参数 ，占位参数也可以有默认参数 void func(int a, int) { cout << "this is func" << endl; } int main() { func(10,1
```

3.3 函数重载
```

3.3.1 函数重载概述

作用：函数名可以相同，提高复用性

函数重载满足条件：

- 同一个作用域下
- 函数名称相同
- 函数参数**类型不同** 或者 **个数不同** 或者 **顺序不同**

注意: 函数的返回值不可以作为函数重载的条件

示例：

```
C++ //函数重载需要函数都在同一个作用域下 void func() { cout << "func 的调用！" << endl; } void func(int a) { cout << "func (in
```

3.3.2 函数重载注意事项

- 引用作为重载条件
- 函数重载碰到函数默认参数

示例：

```C++ //函数重载注意事项 //1、引用作为重载条件 void func(int &a) { cout << "func (int &a) 调用 " << endl; } void func(const int &a) { cout << "func (const int &a) 调用 " << endl; } //2、函数重载碰到函数默认参数

void func2(int a, int b = 10) { cout << "func2(int a, int b = 10) 调用" << endl; } void func2(int a) { cout << "func2(int a) 调用" << endl; } int main() { int a = 10; func(a); //调用无const func(10);//调用有const //func2(10); //碰到默认参数产生歧义，需要避免 system("pause"); return 0; } ```

# 4 类和对象

C++面向对象的三大特性为：==封装、继承、多态==

C++认为==万事万物都皆为对象==，对象上有其属性和行为

**例如：**

人可以作为对象，属性有姓名、年龄、身高、体重...，行为有走、跑、跳、吃饭、唱歌...

车也可以作为对象，属性有轮胎、方向盘、车灯...,行为有载人、放音乐、放空调...

具有相同性质的==对象==，我们可以抽象称为==类==，人属于人类，车属于车类

## 4.1 封装

### 4.1.1 封装的意义

封装是C++面向对象三大特性之一

封装的意义：

- 将属性和行为作为一个整体，表现生活中的事物
- 将属性和行为加以权限控制

**封装意义一：**

在设计类的时候，属性和行为写在一起，表现事物

**语法：** `class 类名{ 访问权限： 属性 / 行为 };`
```

示例1：设计一个圆类，求圆的周长

示例代码：

```C++ //圆周率 const double PI = 3.14; //1、封装的意义 //将属性和行为作为一个整体，用来表现生活中的事物

//封装一个圆类，求圆的周长 //class代表设计一个类，后面跟着的是类名 class Circle { public: //访问权限 公共的权限 //属性 int mr;//半径 //行为 //获取到圆的周长 double calculateZC() { //2 * pi * r //获取圆的周长 return 2 * PI * mr; } }; int main() { //通过圆类，创建圆的对象 // c1就是一个具体的圆 Circle c1; c1.m_r = 10; //给圆对象的半径 进行赋值操作

```
//2 * pi * 10 = = 62.8
cout << "圆的周长为： " << c1.calculateZC() << endl;
system("pause");
return 0;
```

} ```

**示例2：**设计一个学生类，属性有姓名和学号，可以给姓名和学号赋值，可以显示学生的姓名和学号

**示例2代码：**

```
C++ //学生类 class Student { public: void setName(string name) { m_name = name; } void setID(int id) { m_id = id; } void sh
```

封装意义二：

类在设计时，可以把属性和行为放在不同的权限下，加以控制

访问权限有三种：

1. public 公共权限
2. protected 保护权限
3. private 私有权限

示例：

```C++ //三种权限 //公共权限 public 类内可以访问 类外可以访问 //保护权限 protected 类内可以访问 类外不可以访问 //私有权限 private 类内可以访问 类外不可以访问 class Person { //姓名 公共权限 public: string m_Name;

```
//汽车 保护权限
```

protected: string m_Car;

```
//银行卡密码  私有权限
```

private: int m*Password; public: void func() { m*Name = "张三"; m*Car = *"拖拉机"; m*Password = 123456; } }; int main() {

```
Person p;
p.m_Name = "李四";
//p.m_Car = "奔驰";  //保护权限类外访问不到
//p.m_Password = 123; //私有权限类外访问不到
system("pause");
return 0;
```

} ```

4.1.2 struct和class区别

在C++中 struct和class唯一的**区别**就在于 **默认的访问权限不同**

区别：

- struct 默认权限为公共
- class 默认权限为私有

```C++ class C1 { int m*A; //默认是私有权限 }; struct C2 { int m*A; //默认是公共权限 }; int main() {

```
C1 c1;
c1.m_A = 10; //错误，访问权限是私有
C2 c2;
c2.m_A = 10; //正确，访问权限是公共
system("pause");
return 0;
```

} ```

### 4.1.3 成员属性设置为私有

**优点1：**将所有成员属性设置为私有，可以自己控制读写权限

**优点2：**对于写权限，我们可以检测数据的有效性

**示例：**

```C++ class Person { public: //姓名设置可读可写 void setName(string name) { m*Name = name; } string getName() { return m*Name; }

```
//获取年龄
int getAge() {
    return m_Age;
}
//设置年龄
void setAge(int age) {
    if (age < 0 || age > 150) {
        cout << "你个老妖精!" << endl;
        return;
    }
    m_Age = age;
}
//情人设置为只写
void setLover(string lover) {
    m_Lover = lover;
}
```

private: string m*Name; //可读可写 姓名 int m*Age; //只读 年龄 string m_Lover; //只写 情人 }; int main() {

```
Person p;
//姓名设置
p.setName("张三");
cout << "姓名： " << p.getName() << endl;
//年龄设置
p.setAge(50);
cout << "年龄： " << p.getAge() << endl;
//情人设置
p.setLover("苍井");
//cout << "情人： " << p.m_Lover << endl;  //只写属性，不可以读取
system("pause");
return 0;
```

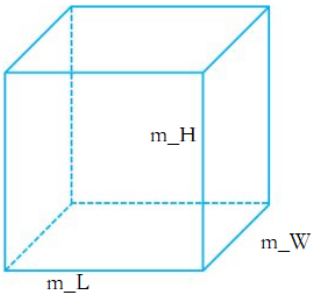
} ```

练习案例1：设计立方体类

设计立方体类(Cube)

求出立方体的面积和体积

分别用全局函数和成员函数判断两个立方体是否相等。



练习案例2：点和圆的关系

设计一个圆形类（Circle），和一个点类（Point），计算点和圆的关系。

4.2 对象的初始化和清理

- 生活中我们买的电子产品都基本会有出厂设置，在某一天我们不用时候也会删除一些自己信息数据保证安全
- C++中的面向对象来源于生活，每个对象也都会有初始设置以及 对象销毁前的清理数据的设置。

4.2.1 构造函数和析构函数

对象的**初始化和清理**也是两个非常重要的安全问题

一个对象或者变量没有初始状态，对其使用后果是未知

同样的使用完一个对象或变量，没有及时清理，也会造成一定的安全问题

c++利用了**构造函数**和**析构函数**解决上述问题，这两个函数将会被编译器自动调用，完成对象初始化和清理工作。

对象的初始化和清理工作是编译器强制要我们做的事情，因此如果**我们不提供构造和析构，编译器会提供**

编译器提供的构造函数和析构函数是空实现。

- 构造函数：主要作用在于创建对象时为对象的成员属性赋值，构造函数由编译器自动调用，无须手动调用。
- 析构函数：主要作用在于对象**销毁前**系统自动调用，执行一些清理工作。

构造函数语法：`类名(){}`

1. 构造函数，没有返回值也不写void
2. 函数名称与类名相同

3. 构造函数可以有参数，因此可以发生重载
4. 程序在调用对象时候会自动调用构造，无须手动调用,而且只会调用一次

析构函数语法： `~类名(){}`

1. 析构函数，没有返回值也不写void
2. 函数名称与类名相同,在名称前加上符号 ~
3. 析构函数不可以有参数，因此不可以发生重载
4. 程序在对象销毁前会自动调用析构，无须手动调用,而且只会调用一次

```C++ class Person { public: //构造函数 Person() { cout << "Person的构造函数调用" << endl; } //析构函数 ~Person() { cout << "Person的析构函数调用" << endl; } };

void test01() { Person p; } int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

### 4.2.2 构造函数的分类及调用

两种分类方式：

按参数分为： 有参构造和无参构造

按类型分为： 普通构造和拷贝构造

三种调用方式：

括号法

显示法

隐式转换法

**示例：**

```C++ //1、构造函数分类 // 按照参数分类分为 有参和无参构造 无参又称为默认构造函数 // 按照类型分类分为 普通构造和拷贝构造

class Person { public: //无参（默认）构造函数 Person() { cout << "无参构造函数!" << endl; } //有参构造函数 Person(int a) { age = a; cout << "有参构造函数!" << endl; } //拷贝构造函数 Person(const Person& p) { age = p.age; cout << "拷贝构造函数!" << endl; } //析构函数 ~Person() { cout << "析构函数!" << endl; } public: int age; }; //2、构造函数的调用 //调用无参构造函数 void test01() { Person p; //调用无参构造函数 } //调用有参的构造函数 void test02() {

//2.1  括号法，常用
Person p1(10);
//注意1：调用无参构造函数不能加括号，如果加了编译器认为这是一个函数声明
//Person p2();
//2.2 显式法
Person p2 = Person(10);
Person p3 = Person(p2);
//Person(10)单独写就是匿名对象  当前行结束之后，马上析构
//2.3 隐式转换法
Person p4 = 10; // Person p4 = Person(10);
Person p5 = p4; // Person p5 = Person(p4);
//注意2：不能利用 拷贝构造函数 初始化匿名对象 编译器认为是对象声明
//Person p5(p4);

}

int main() { test01(); //test02(); system("pause"); return 0; } ```

### 4.2.3 拷贝构造函数调用时机

C++中拷贝构造函数调用时机通常有三种情况

- 使用一个已经创建完毕的对象来初始化一个新对象
- 值传递的方式给函数参数传值
- 以值方式返回局部对象

**示例：**

```C++ class Person { public: Person() { cout << "无参构造函数!" << endl; mAge = 0; } Person(int age) { cout << "有参构造函数!" << endl; mAge = age; } Person(const Person& p) { cout << "拷贝构造函数!" << endl; mAge = p.mAge; } //析构函数在释放内存之前调用 ~Person() { cout << "析构函数!" << endl; } public: int mAge; }; //1. 使用一个已经创建完毕的对象来初始化一个新对象 void test01() {

```
Person man(100); //p对象已经创建完毕
Person newman(man); //调用拷贝构造函数
Person newman2 = man; //拷贝构造
//Person newman3;
//newman3 = man; //不是调用拷贝构造函数，赋值操作
```

} //2. 值传递的方式给函数参数传值 //相当于Person p1 = p; void doWork(Person p1) {} void test02() { Person p; //无参构造函数 doWork(p); } //3. 以值方式返回局部对象 Person doWork2() { Person p1; cout << (int *)&p1 << endl; return p1; } void test03() { Person p = doWork2(); cout << (int *)&p << endl; }

int main() { //test01(); //test02(); test03(); system("pause"); return 0; } ```

### 4.2.4 构造函数调用规则

默认情况下，c++编译器至少给一个类添加3个函数

1．默认构造函数(无参，函数体为空)

2．默认析构函数(无参，函数体为空)

3．默认拷贝构造函数，对属性进行值拷贝

构造函数调用规则如下：

- 如果用户定义有参构造函数，c++不在提供默认无参构造，但是会提供默认拷贝构造
- 如果用户定义拷贝构造函数，c++不会再提供其他构造函数

示例：

```
C++ class Person { public: //无参（默认）构造函数 Person() { cout << "无参构造函数!" << endl; } //有参构造函数 Person(int a) {
```

4.2.5 深拷贝与浅拷贝

深浅拷贝是面试经典问题，也是常见的一个坑

浅拷贝：简单的赋值拷贝操作

深拷贝：在堆区重新申请空间，进行拷贝操作

示例：

```
C++ class Person { public: //无参（默认）构造函数 Person() { cout << "无参构造函数!" << endl; } //有参构造函数 Person(int age
```

> 总结：如果属性有在堆区开辟的，一定要自己提供拷贝构造函数，防止浅拷贝带来的问题

4.2.6 初始化列表

作用：
```

C++提供了初始化列表语法，用来初始化属性

语法： `构造函数()：属性1(值1),属性2（值2）... {}`

示例：

```C++ class Person { public:

////传统方式初始化
//Person(int a, int b, int c) {
//  m_A = a;
//  m_B = b;
//  m_C = c;
//}

//初始化列表方式初始化
Person(int a, int b, int c) :m_A(a), m_B(b), m_C(c) {}
void PrintPerson() {
    cout << "mA:" << m_A << endl;
    cout << "mB:" << m_B << endl;
    cout << "mC:" << m_C << endl;
}

private: int mA; int mB; int m_C; }; int main() {

Person p(1, 2, 3);
p.PrintPerson();
system("pause");
return 0;

}```
```

4.2.7 类对象作为类成员

C++类中的成员可以是另一个类的对象，我们称该成员为 对象成员

例如：

`C++ class A {} class B { A a； }`

B类中有对象A作为成员，A为对象成员

那么当创建B对象时，A与B的构造和析构的顺序是谁先谁后？

示例：

`C++ class Phone { public: Phone(string name) { m_PhoneName = name; cout << "Phone构造" << endl; } ~Phone() { cout << "Phone`

4.2.8 静态成员

静态成员就是在成员变量和成员函数前加上关键字static，称为静态成员

静态成员分为：

- 静态成员变量
  - 所有对象共享同一份数据
  - 在编译阶段分配内存
  - 类内声明，类外初始化
- 静态成员函数
  - 所有对象共享同一个函数
  - 静态成员函数只能访问静态成员变量

示例1： 静态成员变量

```
C++ class Person { public: static int m_A; //静态成员变量 //静态成员变量特点： //1 在编译阶段分配内存 //2 类内声明，类外初始化 //
```

示例2： 静态成员函数

```
C++ class Person { public: //静态成员函数特点： //1 程序共享一个函数 //2 静态成员函数只能访问静态成员变量 static void func() { c
```

4.3 C++对象模型和this指针

4.3.1 成员变量和成员函数分开存储

在C++中，类内的成员变量和成员函数分开存储

只有非静态成员变量才属于类的对象上

```
C++ class Person { public: Person() { mA = 0; } //非静态成员变量占对象空间 int mA; //静态成员变量不占对象空间 static int mB; //
```

4.3.2 this指针概念

通过4.3.1我们知道在C++中成员变量和成员函数是分开存储的

每一个非静态成员函数只会诞生一份函数实例，也就是说多个同类型的对象会共用一块代码

那么问题是：这一块代码是如何区分那个对象调用自己的呢？

c++通过提供特殊的对象指针，this指针，解决上述问题。**this指针指向被调用的成员函数所属的对象**

this指针是隐含每一个非静态成员函数内的一种指针

this指针不需要定义，直接使用即可

this指针的用途：

- 当形参和成员变量同名时，可用this指针来区分
- 在类的非静态成员函数中返回对象本身，可使用return *this

```C++ class Person { public: Person(int age) { //1、当形参和成员变量同名时，可用this指针来区分 this->age = age; } Person& PersonAddPerson(Person p) { this->age += p.age; //返回对象本身 return *this; } int age; }; void test01() { Person p1(10); cout << "p1.age = " << p1.age << endl; Person p2(10); p2.PersonAddPerson(p1).PersonAddPerson(p1).PersonAddPerson(p1); cout << "p2.age = " << p2.age << endl; }

int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

### 4.3.3 空指针访问成员函数

C++中空指针也是可以调用成员函数的，但是也要注意有没有用到this指针

如果用到this指针，需要加以判断保证代码的健壮性

**示例：**

```C++ //空指针访问成员函数 class Person { public:

```
void ShowClassName() {
    cout << "我是Person类!" << endl;
}
void ShowPerson() {
    if (this == NULL) {
        return;
    }
```

```
    cout << mAge << endl;
}
```

public: int mAge; }; void test01() { Person * p = NULL; p->ShowClassName(); //空指针，可以调用成员函数 p->ShowPerson(); //但是如果成员函数中用到了this指针，就不可以了 } int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

4.3.4 const修饰成员函数

常函数：

- 成员函数后加const后我们称为这个函数为**常函数**
- 常函数内不可以修改成员属性
- 成员属性声明时加关键字mutable后，在常函数中依然可以修改

常对象：

- 声明对象前加const称该对象为常对象
- 常对象只能调用常函数

示例：

```
C++ class Person { public: Person() { m_A = 0; m_B = 0; } //this指针的本质是一个指针常量，指针的指向不可修改 //如果想让指针指向的
```

4.4 友元

生活中你的家有客厅(Public)，有你的卧室(Private)

客厅所有来的客人都可以进去，但是你的卧室是私有的，也就是说只有你能进去

但是呢，你也可以允许你的好闺蜜好基友进去。

在程序里，有些私有属性 也想让类外特殊的一些函数或者类进行访问，就需要用到友元的技术

友元的目的就是让一个函数或者类 访问另一个类中私有成员

友元的关键字为 ==friend==

友元的三种实现

- 全局函数做友元
- 类做友元
- 成员函数做友元

4.4.1 全局函数做友元

```C++ class Building { //告诉编译器 goodGay全局函数 是 Building类的好朋友，可以访问类中的私有内容 friend void goodGay(Building * building);

public:

```
Building()
{
    this->m_SittingRoom = "客厅";
    this->m_BedRoom = "卧室";
}
```

public: string m_SittingRoom; //客厅

private: string m*BedRoom; //卧室}; void goodGay(Building * building) { cout << "好基友正在访问： " << building->m*SittingRoom << endl; cout << "好基友正在访问： " << building->m_BedRoom << endl; } void test01() { Building b; goodGay(&b); } int main(){ test01(); system("pause"); return 0; } ```
```

4..2 类做友元

```C++ class Building; class goodGay { public: goodGay(); void visit(); private: Building *building; }; class Building { //告诉编译器 goodGay类是Building类的好朋友，可以访问到Building类中私有内容 friend class goodGay; public: Building(); public: string m*SittingRoom; //客厅 private: string m*BedRoom;//卧室 }; Building::Building() { this->m*SittingRoom = "客厅"; this->mBedRoom = "卧室"; } goodGay::goodGay() { building = new Building; } void goodGay::visit() { cout << "好基友正在访问" << building->mSittingRoom << endl; cout << "好基友正在访问" << building->m*BedRoom << endl; } void test01() { goodGay gg; gg.visit(); }

int main(){ test01(); system("pause"); return 0; } ```

### 4.4.3 成员函数做友元

```C++

class Building; class goodGay { public: goodGay(); void visit(); //只让visit函数作为Building的好朋友，可以发访问Building中私有内容 void visit2(); private: Building *building; }; class Building { //告诉编译器 goodGay类中的visit成员函数 是Building好朋友，可以访问私有内容 friend void goodGay::visit(); public: Building(); public: string m*SittingRoom; //客厅 private: string m*BedRoom;//卧室 }; Building::Building() { this->m*SittingRoom = "客厅"; this->mBedRoom = "卧室"; } goodGay::goodGay() { building = new Building; } void goodGay::visit() { cout << "好基友正在访问" << building->mSittingRoom << endl; cout << "好基友正在访问" << building->m*BedRoom << endl; } void goodGay::visit2() { cout << "好基友正在访问" << building->m*SittingRoom << endl; //cout << "好基友正在访问" << building->m*BedRoom << endl; } void test01() { goodGay gg; gg.visit();

} int main(){ test01(); system("pause"); return 0; } ```

## 4.5 运算符重载

运算符重载概念：对已有的运算符重新进行定义，赋予其另一种功能，以适应不同的数据类型

### 4.5.1 加号运算符重载

作用：实现两个自定义数据类型相加的运算

```C++ class Person { public: Person() {}; Person(int a, int b) { this->m*A = a; this->m*B = b; } //成员函数实现 + 号运算符重载 Person operator+(const Person& p) { Person temp; temp.m*A = this->mA + p.mA; temp.m*B = this->m*B + p.m*B; return temp; } public: int m*A; int mB; }; //全局函数实现 + 号运算符重载 //Person operator+(const Person& p1, const Person& p2) { // Person temp(0, 0); // temp.mA = p1.mA + p2.mA; // temp.mB = p1.mB + p2.mB; // return temp; //} //运算符重载 可以发生函数重载 Person operator+(const Person& p2, int val)
{ Person temp; temp.mA = p2.m*A + val; temp.m*B = p2.m*B + val; return temp; } void test() { Person p1(10, 10); Person p2(20, 20); //成员函数方式 Person p3 = p2 + p1; //相当于 p2.operaor+(p1) cout << "mA:" << p3.m*A << " mB:" << p3.mB << endl; Person p4 = p3 + 10; //相当于 operator+(p3,10) cout << "mA:" << p4.mA << " mB:" << p4.m*B << endl; }

int main() { test(); system("pause"); return 0; } ```

> 总结1：对于内置的数据类型的表达式的的运算符是不可能改变的
>
> 总结2：不要滥用运算符重载

### 4.5.2 左移运算符重载

作用：可以输出自定义数据类型

```C++ class Person { friend ostream& operator<<(ostream& out, Person& p);

public: Person(int a, int b) { this->m*A = a; this->m*B = b; } //成员函数 实现不了 p << cout 不是我们想要的效果 //void operator<<(Person& p){ //}

private: int m*A; int m*B; }; //全局函数实现左移重载 //ostream对象只能有一个 ostream& operator<<(ostream& out, Person& p) { out << "a:" << p.m*A << " b:" << p.m*B; return out; } void test() { Person p1(10, 20); cout << p1 << "hello world" << endl; //链式编程 } int main() { test(); system("pause"); return 0; } ```

> 总结：重载左移运算符配合友元可以实现输出自定义数据类型

### 4.5.3 递增运算符重载

作用： 通过重载递增运算符，实现自己的整型数据

```C++

class MyInteger { friend ostream& operator<<(ostream& out, MyInteger myint); public: MyInteger() { m*Num = 0; } //前置*++ *MyInteger& operator++() { //先*++ *m*Num++; //再返回 return *this; } //后置++ MyInteger operator++(int) { //先返回 MyInteger temp = *this; //记录当前本身的值，然后让本身的值加1，但是返回的是以前的值，达到先返回后++； m*Num++; return temp; } *private: int m*Num; }; ostream& operator<<(ostream& out, MyInteger myint) { out << myint.m_Num; return out; } //前置++ 先++ 再返回 void test01() { MyInteger myInt; cout << ++myInt << endl; cout << myInt << endl; }

//后置++ 先返回 再++ void test02() { MyInteger myInt; cout << myInt++ << endl; cout << myInt << endl; } int main() {

```
test01();
//test02();
system("pause");
return 0;
```

} ```

> 总结： 前置递增返回引用，后置递增返回值

### 4.5.4 赋值运算符重载

c++编译器至少给一个类添加4个函数

1. 默认构造函数(无参，函数体为空)
2. 默认析构函数(无参，函数体为空)
3. 默认拷贝构造函数，对属性进行值拷贝
4. 赋值运算符 operator=, 对属性进行值拷贝

如果类中有属性指向堆区，做赋值操作时也会出现深浅拷贝问题

**示例：**

```C++ class Person { public:

```
Person(int age)
{
    //将年龄数据开辟到堆区
    m_Age = new int(age);
}

//重载赋值运算符
Person& operator=(Person &p)
{
    if (m_Age != NULL)
    {
        delete m_Age;
        m_Age = NULL;
    }
    //编译器提供的代码是浅拷贝
    //m_Age = p.m_Age;
    //提供深拷贝 解决浅拷贝的问题
    m_Age = new int(*p.m_Age);
    //返回自身
    return *this;
```

```
}
~Person()
{
    if (m_Age != NULL)
    {
        delete m_Age;
        m_Age = NULL;
    }
}

//年龄的指针
int *m_Age;
```

};

void test01() { Person p1(18); Person p2(20); Person p3(30); p3 = p2 = p1; //赋值操作 cout << "p1的年龄为：" << *p1.m_Age << endl; cout << "p2的年龄为：" << *p2.m_Age << endl; cout << "p3的年龄为：" << *p3.m_Age << endl; } int main() { test01(); //int a = 10; //int b = 20; //int c = 30;

```
//c = b = a;
//cout << "a = " << a << endl;
//cout << "b = " << b << endl;
//cout << "c = " << c << endl;
system("pause");
return 0;
```

} ```

4.5.5 关系运算符重载

作用：重载关系运算符，可以让两个自定义类型对象进行对比操作

示例：

```C++ class Person { public: Person(string name, int age) { this->m*Name = name; this->m*Age = age; }; bool operator== (Person & p) { if (this->m*Name == p.mName && this->mAge == p.m*Age) { return true; } else { return false; } } bool operator!= (Person & p) { if (this->m*Name == p.m*Name && this->m*Age == p.mAge) { return false; } else { return true; } } string mName; int *m*Age; }; void test01() { //int a = 0; //int b = 0; Person a("孙悟空", 18); Person b("孙悟空", 18);

```
if (a == b)
{
    cout << "a和b相等" << endl;
}
else
{
    cout << "a和b不相等" << endl;
}
if (a != b)
{
    cout << "a和b不相等" << endl;
}
else
{
    cout << "a和b相等" << endl;
}
```

} int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

### 4.5.6 函数调用运算符重载
```

- 函数调用运算符 () 也可以重载
- 由于重载后使用的方式非常像函数的调用，因此称为仿函数
- 仿函数没有固定写法，非常灵活

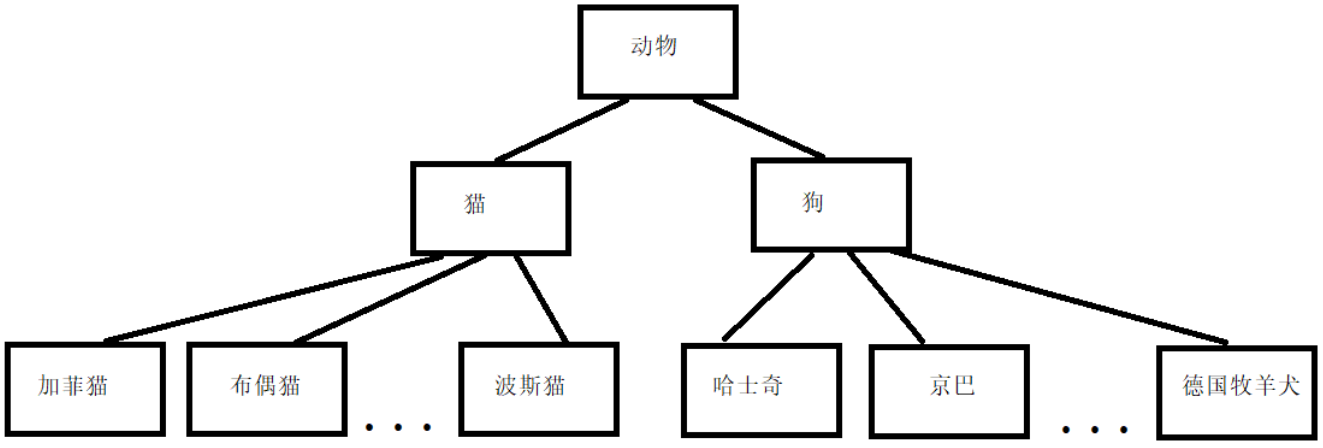
示例：

```
C++ class MyPrint { public: void operator()(string text) { cout << text << endl; } }; void test01() { //重载的（）操作符 也称
```

4.6 继承

继承是面向对象三大特性之一

有些类与类之间存在特殊的关系，例如下图中：



我们发现，定义这些类时，下级别的成员除了拥有上一级的共性，还有自己的特性。

这个时候我们就可以考虑利用继承的技术，减少重复代码

4.6.1 继承的基本语法

例如我们看到很多网站中，都有公共的头部，公共的底部，甚至公共的左侧列表，只有中心内容不同

接下来我们分别利用普通写法和继承的写法来实现网页中的内容，看一下继承存在的意义以及好处

普通实现：

```C++ //Java页面 class Java { public: void header() { cout << "首页、公开课、登录、注册...（公共头部）" << endl; } void footer() { cout << "帮助中心、交流合作、站内地图...(公共底部)" << endl; } void left() { cout << "Java,Python,C++...(公共分类列表)" << endl; } void content() { cout << "JAVA学科视频" << endl; } }; //Python页面 class Python { public: void header() { cout << "首页、公开课、登录、注册...（公共头部）" << endl; } void footer() { cout << "帮助中心、交流合作、站内地图...(公共底部)" << endl; } void left() { cout << "Java,Python,C++...(公共分类列表)" << endl; } void content() { cout << "Python学科视频" << endl; } }; //C++页面 class CPP { public: void header() { cout << "首页、公开课、登录、注册...（公共头部）" << endl; } void footer() { cout << "帮助中心、交流合作、站内地图...(公共底部)" << endl; } void left() { cout << "Java,Python,C++...(公共分类列表)" << endl; } void content() { cout << "C++学科视频" << endl; } };

void test01() { //Java页面 cout << "Java下载视频页面如下： " << endl; Java ja; ja.header(); ja.footer(); ja.left(); ja.content(); cout << "--------------------" << endl;

```
//Python页面
cout << "Python下载视频页面如下： " << endl;
Python py;
py.header();
```
```

```
py.footer();
py.left();
py.content();
cout << "--------------------" << endl;

//C++页面
cout << "C++下载视频页面如下： " << endl;
CPP cp;
cp.header();
cp.footer();
cp.left();
cp.content();
```

}

int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

继承实现：

```C++ //公共页面 class BasePage { public: void header() { cout << "首页、公开课、登录、注册...（公共头部）" << endl; }

```
void footer()
{
    cout << "帮助中心、交流合作、站内地图...(公共底部)" << endl;
}
void left()
{
    cout << "Java,Python,C++...(公共分类列表)" << endl;
}
```

}; //Java页面 class Java : public BasePage { public: void content() { cout << "JAVA学科视频" << endl; } }; //Python页面 class Python : public BasePage { public: void content() { cout << "Python学科视频" << endl; } }; //C++页面 class CPP : public BasePage { public: void content() { cout << "C++学科视频" << endl; } }; void test01() { //Java页面 cout << "Java下载视频页面如下： " << endl; Java ja; ja.header(); ja.footer(); ja.left(); ja.content(); cout << "--------------------" << endl;

```
//Python页面
cout << "Python下载视频页面如下： " << endl;
Python py;
py.header();
py.footer();
py.left();
py.content();
cout << "--------------------" << endl;

//C++页面
cout << "C++下载视频页面如下： " << endl;
CPP cp;
cp.header();
cp.footer();
cp.left();
cp.content();
```

}

int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

总结：

继承的好处：==可以减少重复的代码==
```

class A : public B;

A 类称为子类 或 派生类

B 类称为父类 或 基类

派生类中的成员，包含两大部分：

一类是从基类继承过来的，一类是自己增加的成员。

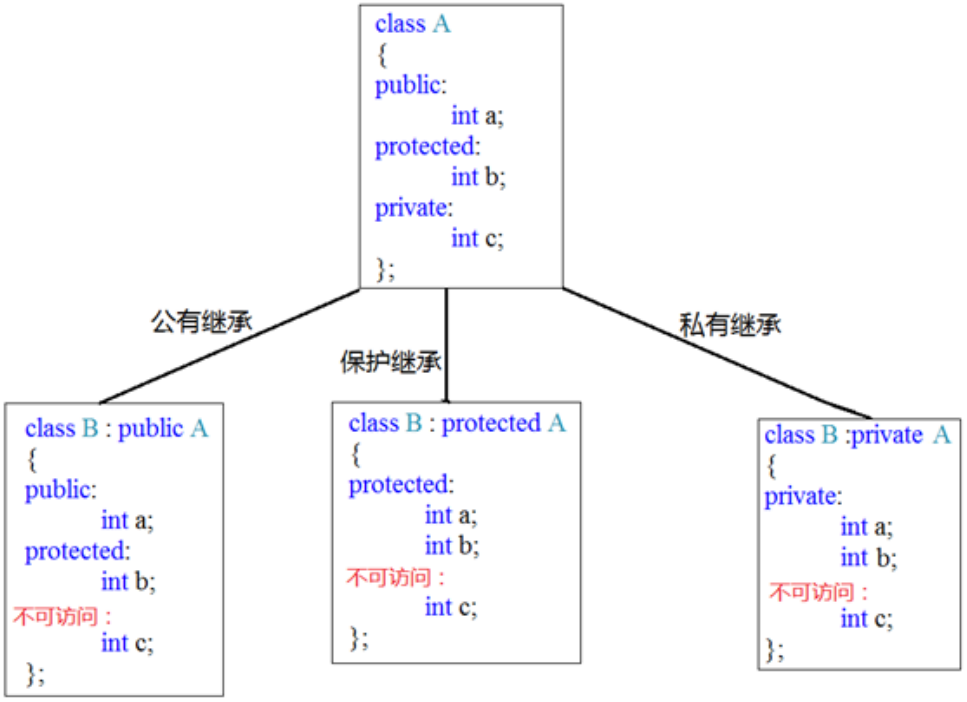
从基类继承过过来的表现其共性，而新增的成员体现了其个性。

4.6.2 继承方式

继承的语法：`class 子类 : 继承方式 父类`

继承方式一共有三种：

- 公共继承
- 保护继承
- 私有继承



示例：

```C++ class Base1 { public: int mA; protected: int mB; private: int m_C; };

//公共继承 class Son1 :public Base1 { public: void func() { mA; //可访问 public权限 mB; //可访问 protected权限 //mC; //不可访问 } }; void myClass() { Son1 s1; s1.mA; //其他类只能访问到公共权限 } //保护继承 class Base2 { public: int mA; protected: int mB; private: int mC; }; class Son2:protected Base2 { public: void func() { mA; //可访问 protected权限 mB; //可访问 protected权限 //mC; //不可访问 } }; void myClass2() { Son2 s; //s.mA; //不可访问 } //私有继承 class Base3 { public: int mA; protected: int mB; private: int mC; }; class Son3:private Base3 { public: void func() { mA; //可访问 private权限 mB; //可访问 private权限 //mC; //不可访问 } }; class GrandSon3 :public Son3 { public: void func() { //Son3是私有继承，所以继承Son3的属性在GrandSon3中都无法访问到 //mA; //mB; //mC; } }; ```

### 4.6.3 继承中的对象模型

**问题：**从父类继承过来的成员，哪些属于子类对象中？

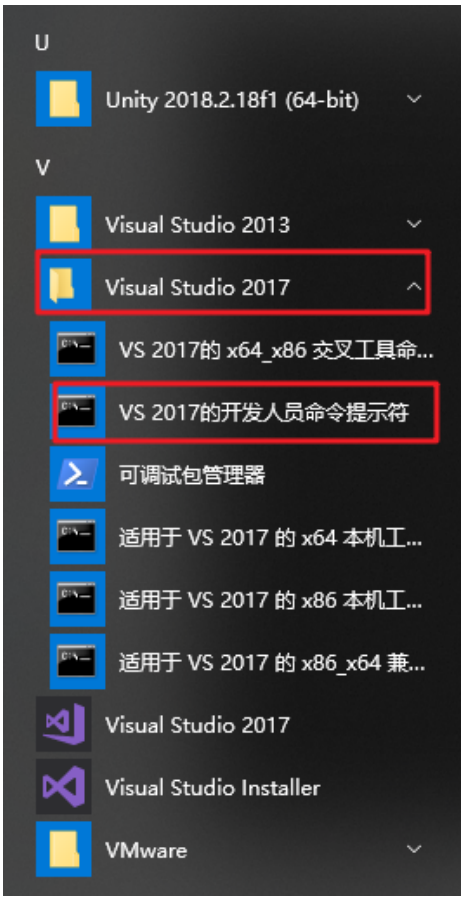
**示例：**
```

```C++ class Base { public: int mA; protected: int mB; private: int m_C; //私有成员只是被隐藏了，但是还是会继承下去 };

//公共继承 class Son :public Base { public: int m_D; };

void test01() { cout << "sizeof Son = " << sizeof(Son) << endl; } int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

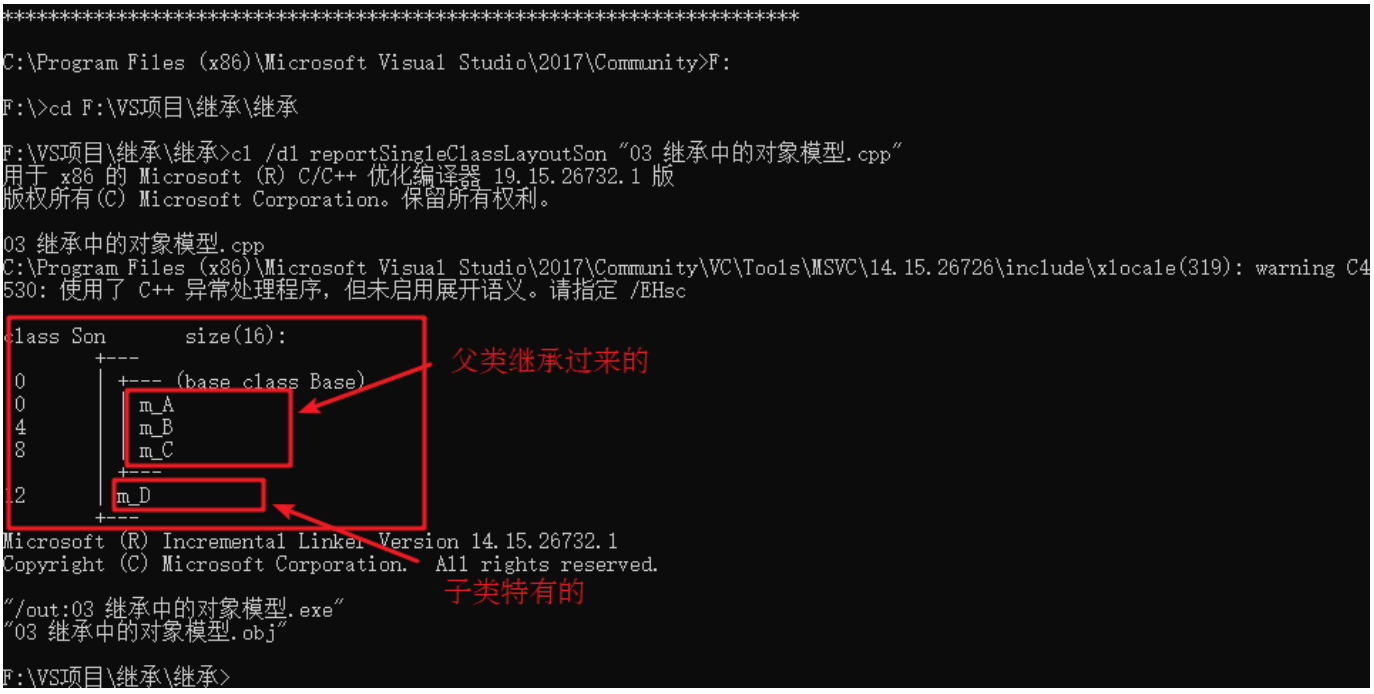
利用工具查看：




打开工具窗口后，定位到当前CPP文件的盘符

然后输入： cl /d1 reportSingleClassLayout查看的类名 所属文件名

效果如下图：


```

> 结论： 父类中私有成员也是被子类继承下去了，只是由编译器给隐藏后访问不到

4.6.4 继承中构造和析构顺序

子类继承父类后，当创建子类对象，也会调用父类的构造函数

问题：父类和子类的构造和析构顺序是谁先谁后？

示例：

```
C++ class Base { public: Base() { cout << "Base构造函数!" << endl; } ~Base() { cout << "Base析构函数!" << endl; } }; class S
```

> 总结：继承中 先调用父类构造函数，再调用子类构造函数，析构顺序与构造相反

4.6.5 继承同名成员处理方式

问题：当子类与父类出现同名的成员，如何通过子类对象，访问到子类或父类中同名的数据呢？

- 访问子类同名成员 直接访问即可
- 访问父类同名成员 需要加作用域

示例：

```
C++ class Base { public: Base() { m_A = 100; } void func() { cout << "Base - func()调用" << endl; } void func(int a) { cout
```

总结：

1. 子类对象可以直接访问到子类中同名成员
2. 子类对象加作用域可以访问到父类同名成员
3. 当子类与父类拥有同名的成员函数，子类会隐藏父类中同名成员函数，加作用域可以访问到父类中同名函数

4.6.6 继承同名静态成员处理方式

问题：继承中同名的静态成员在子类对象上如何进行访问？

静态成员和非静态成员出现同名，处理方式一致

- 访问子类同名成员 直接访问即可
- 访问父类同名成员 需要加作用域

示例：

```C++ class Base { public: static void func() { cout << "Base - static void func()" << endl; } static void func(int a) { cout << "Base - static void func(int a)" << endl; } static int m_A; };

int Base::m_A = 100;

class Son : public Base { public: static void func() { cout << "Son - static void func()" << endl; } static int m*A; }; int Son::m*A = 200; //同名成员属性 void test01() { //通过对象访问 cout << "通过对象访问： " << endl; Son s; cout << "Son 下 m*A = " << *s.mA << *endl; cout << "Base 下 mA = " << *s.Base::m*A << endl;

```
//通过类名访问
cout << "通过类名访问： " << endl;
cout << "Son 下 m_A = " << Son::m_A << endl;
cout << "Base 下 m_A = " << Son::Base::m_A << endl;
```

} //同名成员函数 void test02() { //通过对象访问 cout << "通过对象访问： " << endl; Son s; s.func(); s.Base::func(); cout << "通过类名访问： " << endl; Son::func(); Son::Base::func(); //出现同名，子类会隐藏掉父类中所有同名成员函数，需要加作作用域访问 Son::Base::func(100); } int main() { //test01(); test02(); system("pause"); return 0; } ```

> 总结：同名静态成员处理方式和非静态处理方式一样，只不过有两种访问的方式（通过对象 和 通过类名）
```

4.6.7 多继承语法

C++允许**一个类继承多个类**

语法：`class 子类 ： 继承方式 父类1 ， 继承方式 父类2...`

多继承可能会引发父类中有同名成员出现，需要加作用域区分

C++实际开发中不建议用多继承

示例：

```C++ class Base1 { public: Base1() { m*A = 100; } public: int m*A; };

class Base2 { public: Base2() { m*A = 200; //开始是m*B 不会出问题，但是改为mA就会出现不明确 } public: int m_A; };

//语法：class 子类：继承方式 父类1 ， 继承方式 父类2 class Son : public Base2, public Base1 { public: Son() { m*C = 300; m*D = 400; } public: int m*C; int m*D; };

//多继承容易产生成员同名的情况 //通过使用类名作用域可以区分调用哪一个基类的成员 void test01() { Son s; cout << "sizeof Son = " << sizeof(s) << endl; cout << s.Base1::m*A << endl; cout << s.Base2::m*A << endl; } int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

> 总结： 多继承中如果父类中出现了同名情况，子类使用时候要加作用域

### 4.6.8 菱形继承

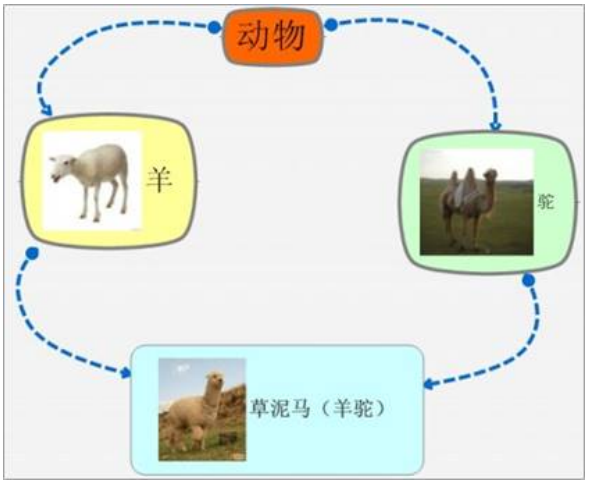
**菱形继承概念：**

两个派生类继承同一个基类

又有某个类同时继承者两个派生类

这种继承被称为菱形继承，或者钻石继承

**典型的菱形继承案例：**




**菱形继承问题：**

1. 羊继承了动物的数据，驼同样继承了动物的数据，当草泥马使用数据时，就会产生二义性。
2. 草泥马继承自动物的数据继承了两份，其实我们应该清楚，这份数据我们只需要一份就可以。

**示例：**

```C++ class Animal { public: int m_Age; };

//继承前加virtual关键字后，变为虚继承 //此时公共的父类Animal称为虚基类 class Sheep : virtual public Animal {}; class Tuo : virtual public Animal {}; class SheepTuo : public Sheep, public Tuo {};

void test01() { SheepTuo st; st.Sheep::m*Age = 100; st.Tuo::m*Age = 200; cout << "st.Sheep::m*Age = " << *st.Sheep::mAge << endl; cout << "st.Tuo::mAge = " << st.Tuo::m*Age << endl; cout << "st.m*Age = " << *st.m*Age << endl; } int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

总结：

- 菱形继承带来的主要问题是子类继承两份相同的数据，导致资源浪费以及毫无意义
- 利用虚继承可以解决菱形继承问题

## 4.7 多态

### 4.7.1 多态的基本概念

**多态是C++面向对象三大特性之一**

多态分为两类

- 静态多态: 函数重载 和 运算符重载属于静态多态，复用函数名
- 动态多态: 派生类和虚函数实现运行时多态

静态多态和动态多态区别：

- 静态多态的函数地址早绑定 - 编译阶段确定函数地址
- 动态多态的函数地址晚绑定 - 运行阶段确定函数地址

下面通过案例进行讲解多态

```C++ class Animal { public: //Speak函数就是虚函数 //函数前面加上virtual关键字，变成虚函数，那么编译器在编译的时候就不能确定函数调用了。 virtual void speak() { cout << "动物在说话" << endl; } };

class Cat :public Animal { public: void speak() { cout << "小猫在说话" << endl; } }; class Dog :public Animal { public:

```
void speak()
{
    cout << "小狗在说话" << endl;
}
```

}; //我们希望传入什么对象，那么就调用什么对象的函数 //如果函数地址在编译阶段就能确定，那么静态联编 //如果函数地址在运行阶段才能确定，就是动态联编 void DoSpeak(Animal & animal) { animal.speak(); } // //多态满足条件： //1、有继承关系 //2、子类重写父类中的虚函数 //多态使用： //父类指针或引用指向子类对象

void test01() { Cat cat; DoSpeak(cat); Dog dog; DoSpeak(dog); } int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

总结：

多态满足条件

- 有继承关系
- 子类重写父类中的虚函数

多态使用条件

- 父类指针或引用指向子类对象

重写：函数返回值类型 函数名 参数列表 完全一致称为重写

### 4.7.2 多态案例一-计算器类
```

案例描述：

分别利用普通写法和多态技术，设计实现两个操作数进行运算的计算器类

多态的优点：

- 代码组织结构清晰
- 可读性强
- 利于前期和后期的扩展以及维护

示例：

```C++ //普通实现 class Calculator { public: int getResult(string oper) { if (oper == "+") { return m*Num1 + m*Num2; } else if (oper == "-") { return m*Num1 - mNum2; } else if (oper == "*") { return mNum1 * mNum2; } //如果要提供新的运算，需要修改源码 } public: int mNum1; int m*Num2; };

void test01() { //普通实现测试 Calculator c; c.m*Num1 = 10; c.m*Num2 = 10; cout << c.m*Num1 << " + " << c.m*Num2 << " = " << c.getResult("+") << endl;

```
cout << c.m_Num1 << " - " << c.m_Num2 << " = " << c.getResult("-") << endl;

cout << c.m_Num1 << " * " << c.m_Num2 << " = " << c.getResult("*") << endl;
```

} //多态实现 //抽象计算器类 //多态优点：代码组织结构清晰，可读性强，利于前期和后期的扩展以及维护 class AbstractCalculator { public :

```
virtual int getResult()
{
    return 0;
}
int m_Num1;
int m_Num2;
```

};

//加法计算器 class AddCalculator :public AbstractCalculator { public: int getResult() { return m*Num1 + m*Num2; } }; //减法计算器 class SubCalculator :public AbstractCalculator { public: int getResult() { return m*Num1 - m*Num2; } };

//乘法计算器 class MulCalculator :public AbstractCalculator { public: int getResult() { return m*Num1 * m*Num2; } }; void test02() { //创建加法计算器 AbstractCalculator *abc = new AddCalculator; abc->m*Num1 = 10; abc->m*Num2 = 10; cout << abc->m*Num1 << " + " << *abc->m*Num2 << " = " << abc->getResult() << endl; delete abc; //用完了记得销毁

```
//创建减法计算器
abc = new SubCalculator;
abc->m_Num1 = 10;
abc->m_Num2 = 10;
cout << abc->m_Num1 << " - " << abc->m_Num2 << " = " << abc->getResult() << endl;
delete abc;

//创建乘法计算器
abc = new MulCalculator;
abc->m_Num1 = 10;
abc->m_Num2 = 10;
cout << abc->m_Num1 << " * " << abc->m_Num2 << " = " << abc->getResult() << endl;
delete abc;
```

} int main() { //test01(); test02(); system("pause"); return 0; } ```

> 总结：C++开发提倡利用多态设计程序架构，因为多态优点很多
```

4.7.3 纯虚函数和抽象类

在多态中，通常父类中虚函数的实现是毫无意义的，主要都是调用子类重写的内容

因此可以将虚函数改为**纯虚函数**

纯虚函数语法：`virtual 返回值类型 函数名 （参数列表）= 0 ;`

当类中有了纯虚函数，这个类也称为==抽象类==

抽象类特点：

- 无法实例化对象
- 子类必须重写抽象类中的纯虚函数，否则也属于抽象类

示例：

```
C++ class Base { public: //纯虚函数 //类中只要有一个纯虚函数就称为抽象类 //抽象类无法实例化对象 //子类必须重写父类中的纯虚函数，否则
```

4.7.4 多态案例二-制作饮品

案例描述：

制作饮品的大致流程为：煮水 - 冲泡 - 倒入杯中 - 加入辅料

利用多态技术实现本案例，提供抽象制作饮品基类，提供子类制作咖啡和茶叶

示例：

```C++ //抽象制作饮品 class AbstractDrinking { public: //烧水 virtual void Boil() = 0; //冲泡 virtual void Brew() = 0; //倒入杯中 virtual void PourInCup() = 0; //加入辅料 virtual void PutSomething() = 0; //规定流程 void MakeDrink() { Boil(); Brew(); PourInCup(); PutSomething(); } }; //制作咖啡 class Coffee : public AbstractDrinking { public: //烧水 virtual void Boil() { cout << "煮农夫山泉!" << endl; } //冲泡 virtual void Brew() { cout << "冲泡咖啡!" << endl; } //倒入杯中 virtual void PourInCup() { cout << "将咖啡倒入杯中!" << endl; } //加入辅料 virtual void PutSomething() { cout << "加入牛奶!" << endl; } }; //制作茶水 class Tea : public AbstractDrinking { public: //烧水 virtual void Boil() { cout << "煮自来水!" << endl; } //冲泡 virtual void Brew() { cout << "冲泡茶叶!" << endl; } //倒入杯中 virtual void PourInCup() { cout << "将茶水倒入杯中!" << endl; } //加入辅料 virtual void PutSomething() { cout << "加入枸杞!" << endl; } };

//业务函数 void DoWork(AbstractDrinking* drink) { drink->MakeDrink(); delete drink; }
```

void test01() { DoWork(new Coffee); cout << "----------" << endl; DoWork(new Tea); } int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

4.7.5 虚析构和纯虚析构

多态使用时，如果子类中有属性开辟到堆区，那么父类指针在释放时无法调用到子类的析构代码

解决方式：将父类中的析构函数改为**虚析构**或者**纯虚析构**

虚析构和纯虚析构共性：

- 可以解决父类指针释放子类对象
- 都需要有具体的函数实现

虚析构和纯虚析构区别：

- 如果是纯虚析构，该类属于抽象类，无法实例化对象

虚析构语法：

`virtual ~类名(){}`

纯虚析构语法：

`virtual ~类名() = 0;`

`类名::~类名(){}`

示例：

```C++ class Animal { public: Animal() { cout << "Animal 构造函数调用！" << endl; } virtual void Speak() = 0;

```
//析构函数加上virtual关键字，变成虚析构函数
//virtual ~Animal()
//{
// cout << "Animal虚析构函数调用！" << endl;
//}
virtual ~Animal() = 0;
```

};

Animal::~Animal() { cout << "Animal 纯虚析构函数调用！" << endl; } //和包含普通纯虚函数的类一样，包含了纯虚析构函数的类也是一个抽象类。不能够被实例化。

class Cat : public Animal { public: Cat(string name) { cout << "Cat构造函数调用！" << endl; m_Name = new string(name); } virtual void Speak() { cout << *m*Name* << *"小猫在说话!"* << *endl; } ~Cat() { cout* << *"Cat析构函数调用!"* << *endl; if (this->m*Name != NULL) { delete m*Name; m*Name = NULL; } } public: string *m_Name; }; void test01() { Animal *animal = new Cat("Tom"); animal->Speak(); //通过父类指针去释放，会导致子类对象可能清理不干净，造成内存泄漏 //怎么解决？给基类增加一个虚析构函数 //虚析构函数就是用来解决通过父类指针释放子类对象 delete animal; } int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

总结：

1. 虚析构或纯虚析构就是用来解决通过父类指针释放子类对象
2. 如果子类中没有堆区数据，可以不写为虚析构或纯虚析构
3. 拥有纯虚析构函数的类也属于抽象类

### 4.7.6 多态案例三-电脑组装

**案例描述：**
```

电脑主要组成部件为 CPU（用于计算），显卡（用于显示），内存条（用于存储）

将每个零件封装出抽象基类，并且提供不同的厂商生产不同的零件，例如Intel厂商和Lenovo厂商

创建电脑类提供让电脑工作的函数，并且调用每个零件工作的接口

测试时组装三台不同的电脑进行工作

示例：

```C++
# include

using namespace std;

//抽象CPU类 class CPU { public: //抽象的计算函数 virtual void calculate() = 0; };

//抽象显卡类 class VideoCard { public: //抽象的显示函数 virtual void display() = 0; };

//抽象内存条类 class Memory { public: //抽象的存储函数 virtual void storage() = 0; };

//电脑类 class Computer { public: Computer(CPU * cpu, VideoCard * vc, Memory * mem) { m*cpu = cpu; m*vc = vc; m_mem = mem; }

//提供工作的函数
void work()
{
    //让零件工作起来，调用接口
    m_cpu->calculate();

    m_vc->display();

    m_mem->storage();
}

//提供析构函数 释放3个电脑零件
~Computer()
{

    //释放CPU零件
    if (m_cpu != NULL)
    {
        delete m_cpu;
        m_cpu = NULL;
    }

    //释放显卡零件
    if (m_vc != NULL)
    {
        delete m_vc;
        m_vc = NULL;
    }

    //释放内存条零件
    if (m_mem != NULL)
    {
        delete m_mem;
        m_mem = NULL;
```

```
    }
}
```

private:

```
CPU * m_cpu; //CPU的零件指针
VideoCard * m_vc; //显卡零件指针
Memory * m_mem; //内存条零件指针
```

};

//具体厂商 //Intel厂商 class IntelCPU :public CPU { public: virtual void calculate() { cout << "Intel的CPU开始计算了！" << endl; } };

class IntelVideoCard :public VideoCard { public: virtual void display() { cout << "Intel的显卡开始显示了！" << endl; } };

class IntelMemory :public Memory { public: virtual void storage() { cout << "Intel的内存条开始存储了！" << endl; } };

//Lenovo厂商 class LenovoCPU :public CPU { public: virtual void calculate() { cout << "Lenovo的CPU开始计算了！" << endl; } };

class LenovoVideoCard :public VideoCard { public: virtual void display() { cout << "Lenovo的显卡开始显示了！" << endl; } };

class LenovoMemory :public Memory { public: virtual void storage() { cout << "Lenovo的内存条开始存储了！" << endl; } }; void test01() { //第一台电脑零件 CPU * intelCpu = new IntelCPU; VideoCard * intelCard = new IntelVideoCard; Memory * intelMem = new IntelMemory;

```
cout << "第一台电脑开始工作：" << endl;
//创建第一台电脑
Computer * computer1 = new Computer(intelCpu, intelCard, intelMem);
computer1->work();
delete computer1;


cout << "-----------------------" << endl;
cout << "第二台电脑开始工作：" << endl;
//第二台电脑组装
Computer * computer2 = new Computer(new LenovoCPU, new LenovoVideoCard, new LenovoMemory);;
computer2->work();
delete computer2;

cout << "-----------------------" << endl;
cout << "第三台电脑开始工作：" << endl;
//第三台电脑组装
Computer * computer3 = new Computer(new LenovoCPU, new IntelVideoCard, new LenovoMemory);;
computer3->work();
delete computer3;
```

} ```

5 文件操作

程序运行时产生的数据都属于临时数据，程序一旦运行结束都会被释放

通过**文件可以将数据持久化**

C++中对文件操作需要包含头文件 ==< fstream >==

文件类型分为两种：

1. **文本文件** - 文件以文本的**ASCII码**形式存储在计算机中
2. **二进制文件** - 文件以文本的**二进制**形式存储在计算机中，用户一般不能直接读懂它们

操作文件的三大类:

1. ofstream：写操作
2. ifstream： 读操作
3. fstream ： 读写操作

5.1文本文件

5.1.1写文件

写文件步骤如下:

1. 包含头文件

   #include <fstream>

2. 创建流对象

ofstream ofs;

1. 打开文件

ofs.open("文件路径",打开方式);

1. 写数据

ofs << "写入的数据";

1. 关闭文件

ofs.close();

文件打开方式:

| 打开方式 | 解释 | | ---------- | ---------- | | ios::in | 为读文件而打开文件 | | ios::out | 为写文件而打开文件 | | ios::ate | 初始位置：文件尾 | | ios::app | 追加方式写文件 | | ios::trunc | 如果文件存在先删除，再创建 | | ios::binary | 二进制方式 |

注意： 文件打开方式可以配合使用，利用|操作符

例如：用二进制方式写文件 `ios::binary | ios:: out`

示例:

```C++

# include

void test01() { ofstream ofs; ofs.open("test.txt", ios::out); ofs << "姓名：张三" << endl; ofs << "性别：男" << endl; ofs << "年龄：18" << endl; ofs.close(); }

int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

总结:

- 文件操作必须包含头文件 fstream
- 读文件可以利用 ofstream ， 或者fstream类
- 打开文件时候需要指定操作文件的路径，以及打开方式
- 利用<<可以向文件中写数据
```

- 操作完毕，要关闭文件

5.1.2读文件

读文件与写文件步骤相似，但是读取方式相对于比较多

读文件步骤如下：

1. 包含头文件

   #include <fstream>

2. 创建流对象

ifstream ifs;

1. 打开文件并判断文件是否打开成功

ifs.open("文件路径",打开方式);

1. 读数据

四种方式读取

1. 关闭文件

ifs.close();

示例：

```C++
# include

# include

void test01() { ifstream ifs; ifs.open("test.txt", ios::in);

if (!ifs.is_open())
{
    cout << "文件打开失败" << endl;
    return;
}
//第一种方式
//char buf[1024] = { 0 };
//while (ifs >> buf)
//{
//  cout << buf << endl;
//}
//第二种
//char buf[1024] = { 0 };
//while (ifs.getline(buf,sizeof(buf)))
//{
//  cout << buf << endl;
//}
//第三种
//string buf;
//while (getline(ifs, buf))
//{
//  cout << buf << endl;
```

```
//}

char c;
while ((c = ifs.get()) != EOF)
{
    cout << c;
}
ifs.close();
```

} int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

总结：

- 读文件可以利用 ifstream ， 或者fstream类
- 利用is_open函数可以判断文件是否打开成功
- close 关闭文件

5.2 二进制文件

以二进制的方式对文件进行读写操作

打开方式要指定为 ==ios::binary==

5.2.1 写文件

二进制方式写文件主要利用流对象调用成员函数write

函数原型： `ostream& write(const char * buffer,int len);`

参数解释：字符指针buffer指向内存中一段存储空间。len是读写的字节数

示例：

```C++
# include

# include

class Person { public: char m*Name[64]; int m*Age; }; //二进制文件 写文件 void test01() { //1、包含头文件 //2、创建输出流对象 ofstream ofs("person.txt", ios::out | ios::binary); //3、打开文件 //ofs.open("person.txt", ios::out | ios::binary); Person p = {"张三" , 18}; //4、写文件 ofs.write((const char *)&p, sizeof(p)); //5、关闭文件 ofs.close(); } int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

总结：

- 文件输出流对象 可以通过write函数，以二进制方式写数据

#### 5.2.2 读文件

二进制方式读文件主要利用流对象调用成员函数read

函数原型： `istream& read(char *buffer,int len);`

参数解释：字符指针buffer指向内存中一段存储空间。len是读写的字节数

示例：

```C++
```
```

include

include

class Person { public: char m*Name[64]; int m*Age; }; void test01() { ifstream ifs("person.txt", ios::in | ios::binary); if (!ifs.is_open()) { cout << "文件打开失败" << endl; } Person p; ifs.read((char *)&p, sizeof(p)); cout << "姓名： " << p.m*Name << " *年龄： " << *p.m*Age << endl; } int main() { test01(); system("pause"); return 0; } ```

- 文件输入流对象 可以通过read函数，以二进制方式读数据